

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000321562 A**

(43) Date of publication of application: **24.11.00**

(51) Int. Cl

**G02F 1/1333**

**G02F 1/1337**

(21) Application number: **11131313**

(22) Date of filing: **12.05.99**

(71) Applicant: **JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY CORP SEIKO ELECTRIC CO LTD KAJIYAMA CHISATO KIKUCHI HIROTSUGU**

(72) Inventor: **KUMAR RAJESHU  
KAJIYAMA CHISATO  
KIKUCHI HIROTSUGU  
FURUYA YOSHIHIRO  
YAMANE YAMATO**

**(54) LIQUID CRYSTAL OPTICAL DEVICE HAVING REVERSE MODE OPTICAL SWITCHING FUNCTION AND ITS PRODUCTION**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily produce an optical switching liquid crystal optical device in a reverse mode having fast responsiveness and high contrast, at a low cost by injecting the component material for a composite film with a silane coupling agent in a composite film housing cell by a flowing and aligning method and then photopolymerizing the material.

**SOLUTION:** An anisotropic liquid crystal having a negative dielectric constant, photopolymerizable monomers, a silane coupling agent and a photopolymerization initiator are mixed. In this case,

these materials are combined in such a manner that the refractive index  $n_p$  of the photopolymerizable monomers and the refractive index  $n_o$  for ordinary light of the anisotropic liquid crystal having a negative dielectric constant are substantially equal to each other, that the difference between  $n_p$  and the refractive index  $n_e$  for extraordinary light of the liquid crystal is as small as possible, and that the difference  $\Delta n$  (double refraction) between  $n_e$  and  $n_o$  of the liquid crystal is as large as possible. Then the mixture solution is injected at room temperature into a composite film housing cell by a flowing and aligning method. Then the mixture injected in the cell is irradiated with light to polymerize the photopolymerizable monomers. Thus, a uniform transparent state can be formed in the cell.

**COPYRIGHT:** (C)2000,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-321562

(P2000-321562A)

(43)公開日 平成12年11月24日 (2000.11.24)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 2 F 1/1333  
1/1337

識別記号  
6 1 0  
5 0 5

F I  
G 0 2 F 1/1333  
1/1337

テ-マコ-ト<sup>\*</sup>(参考)  
6 1 0 2 H 0 8 9  
5 0 5 2 H 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全8頁)

(21)出願番号

特願平11-131313

(22)出願日

平成11年5月12日(1999.5.12)

(71)出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71)出願人 591212718

株式会社正興電機製作所

福岡県福岡市博多区東光2丁目7番25号

(71)出願人 399006766

梶山 千里

福岡県福岡市東区箱崎6丁目10番1号

(74)代理人 100087675

弁理士 筒井 知

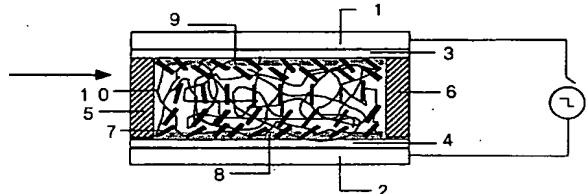
最終頁に続く

(54)【発明の名称】リバースモード光スイッチング機能を有する液晶光学装置とその製造方法

(57)【要約】(修正有)

【課題】複雑な液晶分子配向処理を必要とせず安価で製造が簡単であり、且つ高コントラストで高速応答性の液晶光学装置とその製造方法を提供する。

【解決手段】基板表面にシランカップリング剤が吸着しており、液晶の分子長軸が、基板近傍においては基板に対して傾斜して配向しているとともに、複合膜の中央部に進むに従って基板に対して垂直に配向しているような初期配向を有している液晶表示装置。負の誘電率異方性液晶、光重合性モノマー、シランカップリング剤および光重合開始剤から成る混合物であり、光重合性モノマーの屈折率  $n_p$  と液晶の常光屈折率  $n_0$  が実質的に等しく、 $n_p$  と液晶の異常光屈折率  $n_e$  が有意に異なり且つ  $n_e$  と  $n_0$  が有意に異なるようにした混合物をネマチック液晶状態で複合膜収容用セルに流动配向法により注入し、セル内に注入した混合物に光を照射し光重合性モノマーを重合させることにより製造される。



用いられるノーマルモード（高分子／液晶）複合膜型液晶光学装置が提示されている（例えば、Fergasonらによる米国特許第4435047号、Doaneらによる米国特許第4671618号、Nolanらによる米国特許第5476611号）。

【0004】しかしながら、特に、乗物や建物などの窓やパーティション用の光シャッターとして使用されるような場合には、製品の省電力化や非常時の安全性という観点から、上述のごときノーマルモードとは逆に電界の無印加時に光透過状態であり電界の印加時には光散乱状態となる光スイッチング機能を示すリバース方式（リバースモード）が要望されており、リバースモードのPDL C光スイッチング光学装置も提案されている（Doaneらによる米国特許第4994204号、Kobayashiらによる米国特許第5686017号）。

【0005】リバースモード型の光スイッチング液晶光学装置において所期の電気光学効果を実現するために、電界無印加時での複合膜の透明状態を安定に保持させるために、初期状態で液晶分子の均一な配列を垂直（ホメオトロピック）配向か平行（ホモジニアスあるいはプレーナ）配向で安定に固定化することが必要である。そのため従来法では、ポリイミドなどの高分子配向膜を溶剤に溶解させた溶液をガラス基板に塗布する工程、乾燥させラビングと呼ばれる配向処理工程、洗浄工程等の煩雑な配向処理工程が必要である（Ogawaらによる米国特許第4357374号、Duboisらによる米国特許第4038441号）。二周波数駆動液晶を用いたリバースモード型複合幕の作製法では、初期状態で液晶分子と液晶モノマーを配向させるために電界を印加しながらの光重合工程が必要となる。また、界面活性剤としてシランカップリング剤やホモジナイザーを用いた膜乳化法で作製するマイクロカプセルに封入された液晶が高分子中に分散しているリバースモード型複合膜では、液晶マイクロカプセルをセルに注入後加熱オーブン中で加圧して対向基板に圧着しなければならない（Maらによる米国特許第5056898号）。

【0006】このように、従来のリバースモード光スイッチング液晶光学装置は、初期状態において液晶分子の均一な配列を確保するのに複雑な配向処理工程を必要とするためコスト高であり、そして、そのような処理工程によって得られた液晶光学装置はコントラストや応答速度などの点でも必ずしも満足すべきものではなかった。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、光シャッターやディスプレイに応用されるリバースモードの光スイッチング技術において、複雑な液晶分子配向処理を必要とせず安価で製造が簡単であり、しかも、高コントラストで高速応答性の液晶光学装置とその製造方法を提供することにある。

#### 【0008】

### 【特許請求の範囲】

【請求項1】高分子のネットワーク中に負の誘電率異方性液晶が分散した構造の（高分子／液晶）複合膜が電極基板間に挟持され、該複合膜が電界無印加時に透明状態となり電界印加時に光散乱状態となるように操作されるリバースモード型スイッチング作用を有する液晶表示装置であって、

基板表面にシランカップリング剤が吸着しており、液晶の分子長軸が、基板近傍においては基板に対して傾斜して配向しているとともに、複合膜の中央部に進むに従つて基板に対して垂直に配向しているような初期配向を有していることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】調光シャッター装置に用いられる請求項1の液晶表示装置。

【請求項3】情報表示装置に用いられる請求項1の液晶光学装置。

【請求項4】請求項1の液晶光学装置を製造する方法であって、負の誘電率異方性液晶、光重合性モノマー、シランカップリング剤および光重合開始剤から成る混合物であり、光重合性モノマーの屈折率 $n_p$ と液晶の常光屈折率 $n_0$ が実質的に等しく、 $n_p$ と液晶の異常光屈折率 $n_e$ が有意に異なり且つ $n_e$ と $n_0$ が有意に異なるようとした混合物をネマチック液晶状態で複合膜収容用セルに流動配向法により注入する工程、および、その後、セル内に注入した混合物に光を照射し光重合性モノマーを重合させる工程を含むことを特徴とする方法。

【請求項5】負の誘電率異方性液晶93～95重量%に対して光重合性モノマー5～7重量%であり、該液晶とモノマーに対して1～2.5重量%のシランカップリング剤を流動配光法により注入する請求項4の方法。

【請求項6】流動配光法により注入する混合物中に色素が含有されている請求項5の方法。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光スイッチングの技術分野に属し、特に、光シャッターやディスプレイに使用することができるリバースモード光スイッチング機能を有する液晶光学装置とその製造方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】最近、偏光板を使用しない明るい液晶光学装置として（高分子／液晶）複合膜あるいは高分子分散型液晶（PDL C）を利用する光学装置が開発され、その光スイッチング機能に基づく光シャッター（調光シャッター装置）やディスプレイ（画像などの情報表示装置）などへの応用が試みられている。

【0003】光スイッチング機能を示す通常の（高分子／液晶）複合膜は、電界の無印加時には光散乱状態になり電界の印加時に透明状態になるように制御するノーマル方式（ノーマルモード）であり、光シャッターなどに

10 10  
10  
20  
20  
30  
30  
40  
40  
50  
50

用いられるノーマルモード（高分子／液晶）複合膜型液晶光学装置が提示されている（例えは、Fergasonらによる米国特許第4435047号、Doaneらによる米国特許第4671618号、Nolanらによる米国特許第5476611号）。

【0004】しかしながら、特に、乗物や建物などの窓やパーティション用の光シャッターとして使用されるような場合には、製品の省電力化や非常時の安全性という観点から、上述のごときノーマルモードとは逆に電界の無印加時に光透過状態であり電界の印加時には光散乱状態となる光スイッチング機能を示すリバース方式（リバースモード）が要望されており、リバースモードのPDL C光スイッチング光学装置も提案されている（Doaneらによる米国特許第4994204号、Kobayashiらによる米国特許第5686017号）。

【0005】リバースモード型の光スイッチング液晶光学装置において所期の電気光学効果を実現するために、電界無印加時での複合膜の透明状態を安定に保持させるために、初期状態で液晶分子の均一な配列を垂直

（ホメオトロピック）配向か平行（ホモジニアスあるいはプレーナ）配向で安定に固定化することが必要である。そのため従来法では、ポリイミドなどの高分子配向膜を溶剤に溶解させた溶液をガラス基板に塗布する工程、乾燥させラビングと呼ばれる配向処理工程、洗浄工程等の煩雑な配向処理工程が必要である（Ogawaらによる米国特許第4357374号、Duboisらによる米国特許第4038441号）。二周波数駆動液晶を用いたリバースモード型複合幕の作製法では、初期状態で液晶分子と液晶モノマーを配向させるために電界を印加しながらの光重合工程が必要となる。また、界面活性剤としてシランカップリング剤やホモジナイザーを用いた膜乳化法で作製するマイクロカプセルに封入された液晶が高分子中に分散しているリバースモード型複合膜では、液晶マイクロカプセルをセルに注入後加熱オーブン中で加圧して対向基板に圧着しなければならない（Maらによる米国特許第5056898号）。

【0006】このように、従来のリバースモード光スイッチング液晶光学装置は、初期状態において液晶分子の均一な配列を確保するのに複雑な配向処理工程を必要とするためコスト高であり、そして、そのような処理工程によって得られた液晶光学装置はコントラストや応答速度などの点でも必ずしも満足すべきものではなかった。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、光シャッターやディスプレイに応用されるリバースモードの光スイッチング技術において、複雑な液晶分子配向処理を必要とせず安価で製造が簡単であり、しかも、高コントラストで高速応答性の液晶光学装置とその製造方法を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の目的を達成するものとして、高分子のネットワーク中に負の誘電率異方性液晶が分散した構造の（高分子／液晶）複合膜が電極基板に挟持され、該複合膜が電界無印加時に透明状態となり電界印加時に光散乱状態となるように操作されるリバースモード光スイッチング機能を有する液晶光学装置であって、基板表面にシランカップリング剤が吸着しており、液晶の分子長軸が、基板近傍においては、基板に対して傾斜して配向しているとともに、複合膜の中央部に進むに従って基板に対して垂直に配向しているような初期配向、すなわち、所謂ペンド配向に近い配向状態から成る初期配向を有していることを特徴とする液晶光学装置を提供するものである。本発明の液晶光学装置は、特に好ましい態様として、車輌や建物の窓などの調光シャッター装置（光シャッター）に用いられるのに適しており、さらに、画像などの各種情報の表示装置としても用いられる。

【0009】本発明は、さらに、以上のごとき液晶光学装置を製造する方法であって、負の誘電率異方性液晶、光重合性モノマー、シランカップリング剤および光重合開始剤から成る混合物であり、光重合性モノマーの屈折率 $n_p$ と液晶の常光屈折率 $n_0$ が実質的に等しく、 $n_p$ と液晶の異常光屈折率 $n_e$ が有意に異なり且つ $n_e$ と $n_0$ が有意に異なるようにした混合物をネマチック液晶状態で複合膜収容用セルに流動配向法により注入する工程、および、その後、セル内に注入した混合物に光を照射し光重合性モノマーを重合させる工程を含むことを特徴とする方法も提供する。本発明の方法の特に好ましい態様においては、負の誘電率異方性液晶93～95重量%に対して光重合性モノマー5～7重量%であり、該液晶とモノマーに対して1～2.5重量%のシランカップリング剤を流動配光法により注入し、また、流動配向法により注入する混合物中にコントラスト比の向上やカラ一化のために色素が含有されている。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】本発明は、（高分子／液晶）複合膜を利用するリバースモードの光スイッチング光学装置を作製するに当たり、複合膜の構成原料を少量のシランカップリング剤とともに流動配向法により複合膜収容用セル内に注入した後、光重合を行うことにより、予め特別の配向処理を施すことなく当初から透明状態を呈する均一で安定な配向状態が得られることに基づくものである。ここで、流動配向法とは、後述の説明からも理解されるように、複合膜を形成するための原料混合物が液体状態（液晶状態）でセル内に導入される際の流れを利用してそれらの原料の分子を一定方向に自動的に配列させる手法をいう。また、シランカップリング剤とは、基板に結合（化学吸着）し得る部位と、液晶分子と親和性のある部位を併有するシリコーン系化合物である。

【0011】以下、本発明の実施の形態を添付の図面を

参照しながら詳述する。本発明に従うリバースモードの光スイッチング液晶光学装置を作製するには、先ず、負の誘電率異方性液晶、光重合性モノマー、シランカップリング剤および光重合開始剤を混合する。その際、使用する光重合性モノマーと負の誘電率異方性液晶は、光重合性モノマーの屈折率 $n_p$ と液晶の常光屈折率 $n_0$ が実質的に等しく、また、 $n_p$ と液晶の異常光屈折率 $n_e$ の差ができるだけ大きく、さらに、液晶の $n_e$ と $n_0$ の差 $\Delta n$ （複屈折）ができるだけ大きくなるような組み合わせとする。

【0012】次に、この混合溶液をその中に含有される液晶がネマチック液晶状態を示すような温度（通常は室温）下で、複合膜収容用セルに流動配向法により注入する。図1および図2は、そのような本発明の方法により作製される液晶光学装置の典型例を示すものである。図に示されるように、複合膜収容用セルは、一般に、上下の基板（1）、（2）、およびその内側に配設された透明電極（3）、（4）から構成され、その間をガラスまたは高分子材料などから成るスペーサ（5）、（6）が挟持されている。スペーサ（5）、（6）の厚みは、一般に5～15μm程度とする。

【0013】ネマチック液晶状態にある混合溶液のセルへの注入は、スペーサ（5）の前端の開口部に混合溶液を配置するだけで毛細管現象により該混合溶液がセル内に自動的に流入することによって行われる。

【0014】本発明に従えば、このように（高分子／液晶）複合膜の構成原料をシランカップリング剤とともにセル内に流動配向法により注入することによって、セル内で均一な透明状態が形成される。これに対してシランカップリング剤を使用しない場合には、セル内で均一な透明状態は得られない。

【0015】これは、上記のように流動配向法により注入される際、混合溶液中のシランカップリング剤がガラス基板や高分子基板表面に特定の方向に配向して化学吸着することにより液晶分子の均一な初期配向を誘起する働きをするためである。すなわち、シランカップリング剤が、基板との結合性部位を介して、図1および図2の（8）、（9）で示されるようにセルの上下基板に化学吸着され、このとき、シランカップリング剤の液晶親和性部位が原料混合物の注入方向（図1および図2において矢印で示す方向）に沿って基板から傾いた状態で配向しており、その結果、負の誘電率異方性液晶は、基板近傍ではシランカップリング剤の傾きに応じて傾斜して配向しているとともに、基板から離れるに従って基板方向に垂直に配向しているような初期配向を呈する。この際、シランカップリング剤を用いることにより、基板近傍の傾斜配向もハイチルト（high-tilt）のもの、すなわち、基板に対して垂直に近いものが得られ易い。

【0016】以上のようにして得られた流動配向セルに、次に、室温において紫外光（例えば、波長365nm

mの紫外光)を照射して光重合を行い光重合性モノマーを高分子化することにより、初期配向が固定化された高分子安定化流動配向セルが得られる。すなわち、図1に模式的に示すように、高分子のネットワーク(10)中に負の誘電率異方性液晶(7)の長軸が基板近傍においては傾斜配向しているとともに、複合膜(セル)の中央に進むに従って垂直に配向しているような配向から成る初期配向を有する(高分子/液晶)複合膜が形成される。

【0017】この高分子安定化流動配向セルは、電圧を印加する前の初期状態においては透明状態である。このように電圧無印加時に、ベンド配向に近い状態で透明状態を示す(高分子/液晶)複合膜はこれまで見られなかった。

【0018】図2は、電圧印加時の本発明に従う液晶光学装置の断面を示す図である。電界を印加すると(例えば、周波数1kHzの矩形波交流電界)セルは白濁する。これは、電界を印加することにより液晶分子の配列変化が誘起され液晶分子の配列が不均一となり異なる配向方向をもつ液晶ドメインが形成されること、また、膜中に形成された高分子のネットワークの平均屈折率と液晶の異常光屈折率のミスマッチングにより光散乱状態となるためである。

【0019】本発明の光学装置のセル内で液晶分子が、初期状態において基板近傍では基板に対して傾斜配向し中央では垂直配向しているような配向を形成していることは、クロスニコル(偏光面が互いに直交する2枚の偏光子)を用いる偏光顕微鏡観察により確認することができる。図3は、後述の実施例1に示す条件で調製したセルの上に、一方の偏光子がセルの長辺と、他方の偏光子がセルの短辺とそれぞれ平行になるようにクロスニコルを配置してセルの底から光を投射した場合の顕微鏡写真であるが、セルはディスクリネーション(転位壁)を有する暗視野を呈している。この状態からセルを偏光子に対して45度回転させた場合には、図4に示されるように、セルの有する光学的位相差によりセルは色付いて明視野となる。なお、光重合の条件は、照度6mW/cm<sup>2</sup>、波長360nm、照射時間900secとした。

【0020】以上の偏光顕微鏡観察結果は、セル内で液晶分子がベンド配向に近い状態で均一に配向していることを裏付けている。さらに、誘電率の測定から、本発明により作製されたセルは、垂直方向に近い誘電率( $\epsilon_1 = 10$ )であること、セル内での液晶分子の均一な配向を裏付けている。しかも、上述のごとき均一で安定な液晶分子の配向を達成するのに、従来法のように高分子薄膜の塗布などの煩雑な配向処理工程が不要である。

【0021】本発明において使用される光重合性モノマーとしては、アクリロイル基、ビニル基等の汎用の光重合性基を有する高分子樹脂の前駆体であればいずれも使用できるが、単官能アクリレート、2官能アクリレート

あるいは多官能アクリレートなどが好ましい。これらのモノマーは液晶との相容性を良くするためにコントラストを良好とするために最低1個のベンゼン環をその分子構造中に含むことが望ましい。また、これらのモノマーは単独あるいは他のモノマー、オリゴマーと混合しても使用できる。

【0022】また、負の誘電率異方性液晶としては、通常の液晶表示素子に使用されているものが好ましく使用できるが、コントラストを良好とするためには、液晶のn<sub>e</sub>(異常光屈折率)とn<sub>o</sub>(常光屈折率)の差△n(複屈折)が0.15以上が望ましい。そして、電界無印加時の(高分子/液晶)複合膜の均一な透明状態が得られるようになるためには液晶のn<sub>e</sub>は光重合性モノマーの屈折率n<sub>p</sub>と実質的に等しく、すなわち、一般にn<sub>e</sub>とn<sub>p</sub>の差が一般に2%以内でなければならない。

【0023】このような液晶は市販されている液晶から好適なものを選択して使用することができる。例えば、通常の電界制御複屈折(ECB)モードに使用されているZLI-4788-000、ZLI-4788-1020、ZLI-4850(メルク社製)などのものが好ましく使用される。液晶に混合される成分としては、(トランス、トランス-4, 4'ジプロピルトランス-1, 1'ビシクロヘキサン-4-カルボニトリル)、(トランス、トランス-4, 4'ジペンチルトランス-1, 1'ビシクロヘキサン-4-カルボニトリル)、(1, 4-ビス(4-ペンチル-1シクロヘキシル)-1-シクロヘキサンカルボニトリル)等があるが、これらに限定されるものではない。

【0024】本発明に従う(高分子/液晶)複合膜を作製するには、上記のごとき液晶と高分子の比率は、負の誘電率異方性液晶93~95重量%に対して光重合性モノマー5~7重量%とするのが特に好ましい。光重合性モノマー量を7重量%より多くすると、紫外線照射後の作製されたセル(複合膜)は電圧印加前の初期状態において透明性が悪くなる、つまり透明-白濁のコントラストが低くなり、さらに、応答速度も立ち上がり応答速度(透明-白濁)が遅くなる。一方、光重合性モノマーの量が低すぎ、5重量%以下になると重合体の量が少なく複合膜そのものの調製が困難となる。

【0025】本発明において用いられるシランカップリング剤は、基板に結合(化学吸着)し得る部位(例えば、アルコキシル基)と、液晶分子と親和性のある部位(例えば、アルキル基)を有するシリコーン系化合物である。好適なシランカップリング剤としては、通常の長鎖アルキル基を有する界面活性剤である有機シラン、例えば、n-オクタデシルトリエトキシシラン、n-オクタデシルトリメトキシシラン、N,N-dimethyl-N-octadecyl-3-aminopropyl trimethoxysilyl chlorid e:DMOAP(チツソ社製)等が使用されるが、これらに限定されるものではない。シランカップリング剤

7  
は、負の誘電率異方性液晶と光重合性モノマーの合計量に対して1~2.5重量%の比率で使用するのが好ましい。シランカップリング剤量を2.5重量%以上になると、電圧印加時の光散乱が弱くなり、さらに、立ち上がりおよび立ち下り応答速度が遅くなる。

【0026】本発明に従う(高分子/液晶)複合膜を作製するのに用いられる光重合開始剤としては、2,2-ジエトキシアセトフェノン等のアセトフェノン系、ベンゾイン系、ベンゾフェノン系、ジアゾニウム系、スルホニウム塩系、ヨードニウム塩系、セレニウム塩系等の通常の光開始剤が使用できる。開始剤は、液晶光学素子の外観上の均一性から、光重合性モノマーと液晶の混合物に溶解あるいは相溶するものが使用される。このような光重合開始剤は、少量(一般に光重合性モノマーに対して1~2モル%)添加すればよい。

【0027】本発明の光学装置においては、(高分子/液晶)複合膜のカラー化やコントラストを向上させるために色素を添加することもできる。そのような色素としては、通常のゲスト・ホスト(GH)に使用されているアゾ系、アントラキノン系、ナフトキノン系、ペリレン系、キノフタロン系、アゾメチレン系などの2色性色素が好ましく使用される。その中でも、耐光性の点からアントラキノン系単独、あるいは必要に応じて他の色素との混合したものが好ましい。これらの2色性色素は必要な色に応じて、各種選択されて使用される。また、2色性色素は、液晶表示素子の外観上の均一性から、光重合性モノマーと液晶の混合物に溶解あるいは相溶するものが使用される。

【0028】既述のようにシランカップリング剤を用いる流動配向法により(高分子/液晶)複合膜を調製して得られる本発明の光学装置は、優れた光透過能(透明状態)を示す初期配向を有する。図5は、本発明に従って作製した液晶光学装置(後述の実施例1参照)の印加電圧と透過光の強度の関係を示す図である。液晶光学装置を作製する際、シランカップリング剤を使用しない場合(曲線1)と比較して、本発明に従いシランカップリング剤を使用した場合(曲線2)は、明らかに初期透過率が高い。

【0029】また、液晶分子がホメオトロピック(垂直)配向に近い配向を有する(高分子/液晶)複合膜から成る本発明の液晶光学装置は、視野角が広いという特徴も有する。図6は、本発明の液晶光学装置の流動配向方向から見た場合の視野角特性を示す図であり、図7は、本発明の液晶光学装置の流動配向方向に対して、直角方向から見た場合の視野角特性を示す図である(いずれも電界無印加時)。これらの図から、本発明の液晶光学装置が従来のTN型のような液晶表示装置に比べて視野角が広いことが理解される。視野角は、セル(複合膜)の片側に2軸性補償フィルムを付設することにより更に改善することができる。

【0030】さらに、液晶分子がペンド配向に近い状態で配向している(高分子/液晶)複合膜から成る本発明の液晶光学装置は、電界の有無に応じて迅速な配向変化を起こし応答速度が大きいという特徴も有する。図8は、本発明の液晶光学装置(実施例1の条件で作製)の印加電圧と応答速度の関係を示す図である。この図から理解されるように、本発明の液晶光学装置は、立ち上がり応答速度(透明状態から白濁状態)として100ms、立ち下り応答速度(白濁状態から透明状態)として10ms程度で駆動させることが可能である。また、図9は、本発明の液晶光学装置の作製時に加えたシランカップリング剤の量と応答速度の関係を示す図である。シランカップリング剤量が多く(2.5重量%以上)すると、電圧印加状態の光散乱が弱くなり、立ち上がりおよび立ち下り応答速度が遅くなる。

【0031】また、電界無印加時に垂直配向に近い配向を形成している液晶分子から成る本発明の液晶光学装置は、初期状態においてきわめて良好な透明状態を示すため透明-白濁のコントラストが高く、300:1程度の高コントラストを得ることも可能である。

### 【0032】

【実施例】次に、本発明の実施例を記すが、本発明はこれらの実施例によって制限されるものではない。

#### 実施例1

市販のアクリレート系モノマーPN393(メルク社製、屈折率 $n_p = 1.473$ 、ガラス転移温度=246K)と液晶ZLI-4788-000(メルク社製、屈折率 $n_o = 1.486$ 、複屈折 $\Delta n = 0.164$ 、ネマチッカ等方相転移温度=356K)と $n$ -オクタデシルトリエトキシシラン $CH_3(CH_2)_{17}-Si(OCH_2CH_5)_3$ (チッソ社製、ODSと記すことがある)を7:93:1.14の質量分率で混合した。

【0033】これらの混合物を、図1に示すセルに液晶状態で封入した。セルの厚みは10μmとした。透明電極であるITO膜付硝子基板は、株式会社イー・エッチ・シーの液晶特性評価用標準セル(電極面積10×10mm、ソーダライム硝子、研磨有、ITOの抵抗値10Ω以下、無配向処理)およびジオマティック(旧松崎真空被膜)社製ITOガラス(規格:抵抗10Ω/□)を用いた。

【0034】封入後のセルの初期状態は、セル全体に渡り均一な透明状態を呈した。その後、紫外線(波長365nm、6mW/cm<sup>2</sup>、照射時間10分)をセルに照射し、光重合を行ったが、透明状態は変わらなかった。

【0035】矩形波交流電界(周波数1kHz)の印加により高分子安定化流動配向セルは白濁状態となる。図5はセル透過光変化の印加電圧依存性を示している。実効値50Vrmsの交流電界(周波数1kHz)印加によりセルは白濁状態になった。周波数1kHz実効値50Vrmsの交流電界印加時の応答速度の大きさは、各

々立ち上がり応答速度（透明／白濁）が28ms、立ち下り応答速度（白濁－透明）が640msであった。

#### 【0036】実施例2

実施例1で記述した試料に、アントラキノン系青色色素S I - 4 9 7（三井東圧染料社製、最大吸収波長 $\lambda_{\text{max}} = 658 \text{ nm}$ ）0.8重量%を加え、図1に示されるセルに封入し、実施例1と同様に光重合反応を行った。セルの初期状態は、透明状態であった。電圧70Vrms、周波数1kHzの交番電界をセルに印加した場合、青色の白濁状態となるリバースモードスイッチングを示した。

#### 【0037】

【発明の効果】如上の説明から明らかなように、本発明に従えば、ms（ミリ秒）オーダーの高速応答性で高コントラストのリバースモード光スイッチング液晶光学装置を安価で簡易に製造することができる。本発明の液晶光学装置は、低コストの調光シャッター装置やディスプレイなどとして広く応用できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明により作製された液晶光学装置の典型例の断面図であり、電界無印加時の（高分子／液晶）複合膜における分子の配列状態を図の中央に模式的に示している。

【図2】本発明により作製された液晶光学装置の典型例の断面図であり、電界印加時の（高分子／液晶）複合膜における分子の配列状態を図の中央に模式的に示している。

【図3】本発明に従う液晶光学装置のセルに収容される薄膜〔（高分子／液晶）複合膜〕の偏光顕微鏡写真である。

【図4】本発明に従う液晶光学装置のセルに収容される薄膜〔（高分子／液晶）複合膜〕の偏光顕微鏡写真であり、図3の状態からセルを45度回転させた状態のものである。

【図5】本発明に従う液晶光学装置の印加電圧と透過光の強度の関係を示す図であり、1はシランカップリング剤を使用しない場合、2はシランカップリング剤を使用した場合である。

【図6】本発明に従う液晶光学装置の流動配向方向から見た場合の視野角特性を示す図である。

【図7】本発明に従う液晶光学装置の流動配向方向に対して直角方向から見た場合の視野角特性を示す図である。

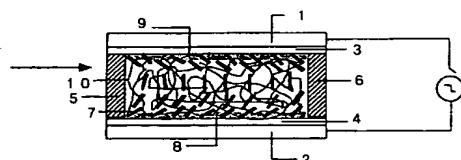
【図8】本発明に従う液晶光学装置の印加電圧と応答速度の関係を示す図である。

【図9】本発明に従う液晶光学装置の作製時に加えたシランカップリング剤の量と応答速度の関係を示す図である。

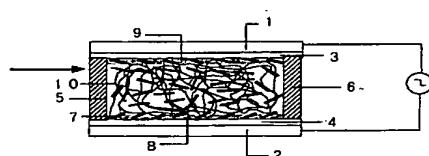
#### 【符号の説明】

- 20 1 上側基板
- 2 下側基板
- 3 透明電極（ITO）
- 4 透明電極（ITO）
- 5 スペーサ
- 6 スペーサ
- 7 液晶
- 8 シランカップリング剤
- 9 シランカップリング剤
- 10 高分子ネットワーク

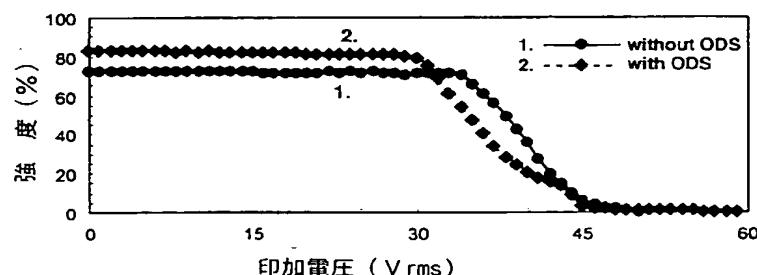
【図1】



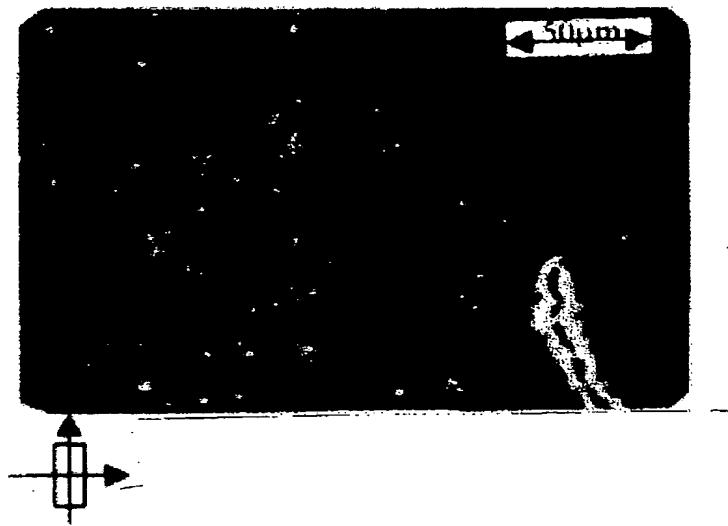
【図2】



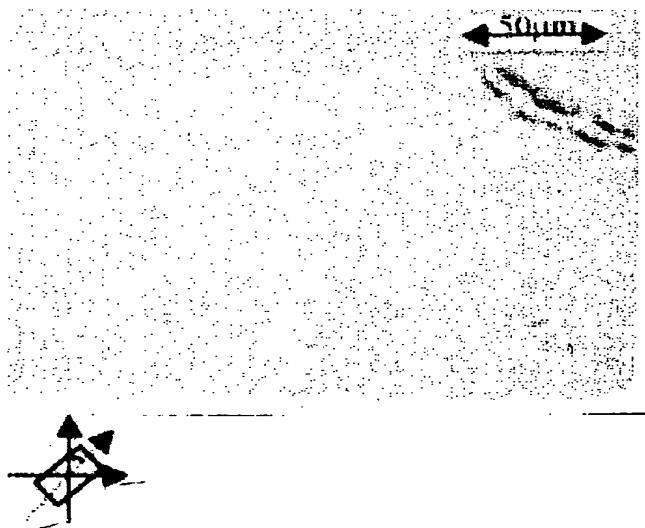
【図5】



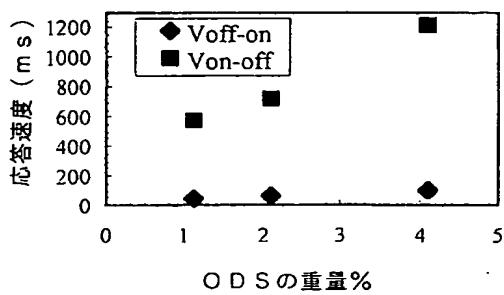
【図3】



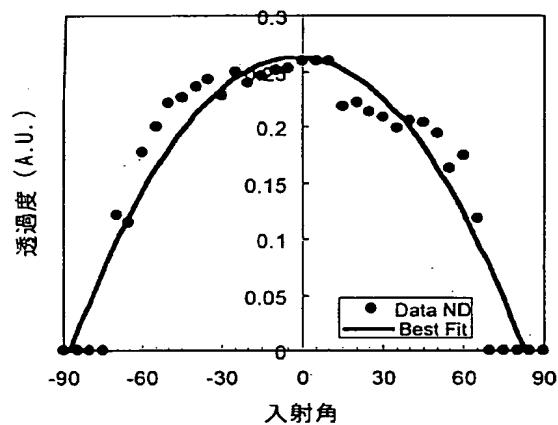
【図4】



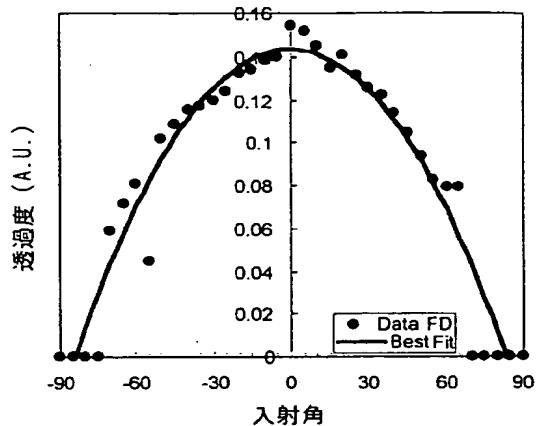
【図9】



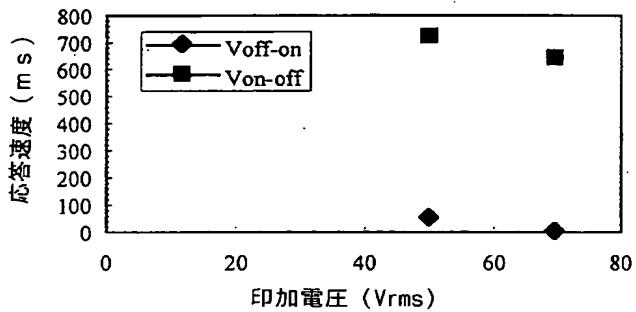
【図6】



【図7】



【図8】



## フロントページの続き

(71)出願人 599063170

菊池 裕嗣

福岡県福岡市東区箱崎6-10-1 九州大学  
大学院工学研究科内

(72)発明者 クマール ラジエシュ

福岡県福岡市中央区天神1-1-1 アクロ  
ス福岡9F 財団法人福岡県産業・科学技  
術振興財団内

(72)発明者 梶山 千里

福岡県福岡市東区箱崎6-10-1 九州大学  
大学院工学研究科内

(72)発明者 菊池 裕嗣

福岡県福岡市東区箱崎6-10-1 九州大学  
大学院工学研究科内

(72)発明者 古屋 吉啓

福岡県福岡市中央区天神1-1-1 アクロ  
ス福岡9F 財団法人福岡県産業・科学技  
術振興財団内

(72)発明者 山根 大和

福岡県福岡市中央区天神1-1-1 アクロ  
ス福岡9F 財団法人福岡県産業・科学技  
術振興財団内Fターム(参考) 2H089 HA04 KA08 QA12 QA16  
2H090 HB12Y MA10